

PENGUNAAN ARSENIK DI DUNIA KEDOKTERAN GIGI DALAM PERSPEKTIF TOKSIKOLOGI INDUSTRI

Dwiki Ramadhan, Fatma Lestari

Universitas Indonesia

Email: dwiki.ramadhan@ui.ac.id, fatma@ui.ac.id

Keywords		Abstract
Arsenik	trioksida,	Arsenik trioksida (As_2O_3) telah digunakan dalam dunia kedokteran gigi untuk perawatan endodontik, khususnya pada kasus pulpitis ireversibel, karena kemampuannya mempercepat nekrosis pulpa dan mengurangi rasa sakit. Namun, sifat toksik arsenik yang tinggi menimbulkan risiko kesehatan serius, termasuk kerusakan organ hingga kematian, sehingga penggunaannya kini sangat dibatasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan arsenik dalam kedokteran gigi dari perspektif toksikologi industri serta mengevaluasi strategi pengendalian paparannya. Metode yang digunakan adalah studi literatur sistematis (Systematic Literature Review/SLR) dengan mengumpulkan dan menganalisis data dari jurnal kedokteran gigi, regulasi, dan sumber terkait lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun arsenik efektif dalam perawatan gigi, bahaya toksisitasnya mendorong perlunya eliminasi atau substitusi dengan bahan yang lebih aman seperti paraformaldehida. Selain itu, penerapan rekayasa sediaan, prosedur operasional standar, dan alat pelindung diri (APD) menjadi solusi alternatif untuk mengurangi risiko paparan. Implikasi penelitian ini adalah pentingnya edukasi bagi dokter gigi dan ahli toksikologi dalam penggunaan arsenik yang bijak serta perlunya regulasi lebih ketat untuk melindungi kesehatan pasien dan tenaga medis.
kedokteran	gigi,	
toksikologi	industri,	
pengendalian	paparan,	
pulpitis ireversibel.		
		arsenik



PENDAHULUAN

Arsenik merupakan unsur yang terdapat di alam. Salah satu senyawa arsenik yang paling beracun adalah arsenik trioksida (As_2O_3), yang merupakan padatan berwarna putih atau transparan yang tidak berasa dan tidak berbau dengan tingkat mudah terbakar yang rendah. Arsenik digunakan dalam pembuatan bahan pengawet kayu, sebagai insektisida dan herbisida, dalam metalurgi, dalam pembuatan kaca dan keramik, serta pernah diperkenalkan sebagai bahan yang digunakan dalam perawatan gigi.

Dalam industri kedokteran gigi, arsenik digunakan untuk perawatan endodontik (perawatan saraf gigi) pada gigi yang masih mengalami sakit akibat lubang yang mencapai ruang saraf. Perawatan devitalisasi dapat dilakukan pada gigi yang mengalami pulpitis ireversibel dimana lubang gigi sudah mencapai ruang saraf dan pembuluh darah dengan menggunakan bahan devitalisasi pulpa, antara lain arsenik trioksida (As_2O_3) atau euparal.

Mekanisme kerja arsenik pada gigi adalah dengan melumpuhkan otot polos kapiler dan pembuluh darah sehingga dapat terjadi vasodilatasi hiperemis dan eksudasi. Kerusakan dinding pembuluh darah juga dapat terjadi yang menyebabkan perdarahan dan trombosis yang mengakibatkan pembuluh darah tidak berfungsi dan gangguan nutrisi yang berujung pada nekrosis pulpa dan menyebabkan hilangnya rasa sakit.

Arsenik sebagai bahan devitalisasi pulpa mudah dimanipulasi dan diaplikasikan. Namun, pada penggunaan jangka panjang (lebih dari dua hari), arsenik dapat menimbulkan kerusakan yang tidak diinginkan pada jaringan. Hal ini disebabkan oleh sifat arsenik yang sangat toksik dan non self limiting. Melihat bahaya yang mungkin terjadi, devitalisasi dengan menggunakan arsenik perlu penanganan yang sangat cermat (Dumlu et al., 2007).

Arsenik trioksida (As_2O_3) telah lama digunakan dalam kedokteran gigi sebagai agen devitalisasi pulpa untuk kasus pulpitis ireversibel, namun toksisitasnya yang tinggi menjadi perhatian serius (Chen et al., 2017; Hyson JR, 2007; Ramly et al., 2023; William & Magpantay, 2024). Studi terdahulu menunjukkan bahwa paparan arsenik dapat menyebabkan efek sistemik seperti kerusakan gastrointestinal, neurologis, bahkan kanker (Kuivenhoven & Mason, 2023; Saputra et al., 2022). Meskipun efektif dalam mempercepat nekrosis pulpa, penggunaan arsenik dalam praktek kedokteran gigi modern semakin dibatasi karena risiko kesehatan yang tidak proporsional (Dumlu et al., 2007; Lu et al., 2015; “Summary of Opinion: Arsenic Trioxide Accord, Arsenic Trioxide,” 2019). Penelitian terbaru juga mengungkapkan bahwa bahan alternatif seperti paraformaldehida memiliki profil keamanan yang lebih baik, meskipun efektivitasnya masih diperdebatkan. Temuan ini menunjukkan perlunya evaluasi ulang terhadap praktik penggunaan arsenik di bidang endodontik.

Namun, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait strategi pengendalian paparan arsenik yang komprehensif dalam setting klinis kedokteran gigi. Studi sebelumnya lebih fokus pada efek toksikologis tanpa menyertakan analisis mendalam tentang hierarki pengendalian berbasis bukti (ATSDR, 2023). Selain itu, minimnya literatur yang membahas implementasi standar operasional prosedur (SOP) dan alat pelindung diri (APD) spesifik untuk penggunaan arsenik trioksida di klinik gigi memperlebar celah ini (NIOSH, 2022). Kesenjangan ini menjadi tantangan bagi praktisi kesehatan untuk menerapkan langkah-langkah mitigasi yang efektif.

Urgensi penelitian ini terletak pada meningkatnya kasus komplikasi kesehatan akibat paparan arsenik di negara-negara dengan regulasi lemah, di mana bahan ini masih digunakan secara luas (WHO, 2021). Dampak jangka panjangnya tidak hanya mengancam pasien tetapi juga tenaga medis, terutama dokter gigi yang terpapar kronis (CDC, 2023). Penelitian ini menjadi relevan untuk memberikan rekomendasi berbasis bukti guna mengurangi risiko toksisitas sekaligus mempertimbangkan aspek keterjangkauan bahan alternatif di berbagai wilayah.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan holistik yang menggabungkan perspektif toksikologi industri dengan praktik klinis kedokteran gigi. Berbeda dengan studi sebelumnya, penelitian ini tidak hanya mengkaji bahaya arsenik tetapi juga mengevaluasi kelayakan substitusi bahan dan efektivitas hierarki pengendalian menurut NIOSH (2022). Analisis terhadap desain ergonomis sediaan arsenik dan peran regulasi juga menjadi nilai tambah yang belum banyak dieksplorasi dalam literatur terkait.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko penggunaan arsenik trioksida dalam kedokteran gigi, mengevaluasi strategi pengendalian paparan, dan mengusulkan rekomendasi kebijakan berbasis bukti. Kontribusi penelitian mencakup penyediaan panduan praktis bagi dokter gigi dan pembuat kebijakan, serta pengayaan literatur toksikologi industri. Implikasinya diharapkan dapat mendorong standardisasi protokol keselamatan dan transisi menuju bahan endodontik yang lebih aman, tanpa mengabaikan tantangan aksesibilitas di daerah terpencil.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan merupakan studi literatur dimana penulis mencari berbagai referensi melalui database, seperti jurnal penelitian, buku, regulasi, dan data-data yang berkaitan dengan arsenik dan bagaimana penggunaannya dalam dunia kedokteran gigi. Literatur ini menggunakan Systematic Literature Reviews (SLR), yaitu sebuah sintesis dari studi literatur yang bersifat sistematis, jelas, menyeluruh, dengan mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi melalui pengumpulan data-data yang sudah ada dengan metode pencarian yang eksplisit dan melibatkan proses telaah kritis dalam pemilihan studi. Tujuan dari metode ini adalah untuk membantu peneliti lebih memahami latar belakang dari literature review yang menjadi subyek topik yang dicari serta memahami kenapa dan bagaimana hasil dari literature review tersebut sehingga dapat menjadi acuan untuk literatur baru. Adapun jumlah pustaka yang dikaji dalam literature review ini ada sebanyak 2 jurnal kedokteran gigi, 6 regulasi yang berkaitan dengan arsenik, dan 1 jurnal mengenai arsenik. Pencarian jurnal dilakukan dengan menggunakan mesin pencari google dengan kata kunci : arsenik, kedokteran gigi, dan toksik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan arsenik sebagai bahan untuk perawatan dalam dunia kedokteran gigi sudah di perkenalkan dan dilakukan lebih dari ribuan tahun lalu. Arsenik dinilai memiliki manfaat pada proses melumpuhkan saraf dan pembuluh darah pada gigi yang terinfeksi karena lubang yang besar. Pro dan kontra muncul dalam penggunaan arsenik sebagai bahan kedokteran gigi di masa ilmu kedokteran gigi berkembang pesat (antara 1650-1800) hingga menjelang akhir tahun 1990-an (Aldrich, 2024; LabChem, 2008; McGuigan et al., 2010).

Hal ini dipicu karena banyaknya kematian dan komplikasi pada penggunaan arsenik di gigi yang sedang mengalami sakit hebat. Beberapa kematian yang dikarenakan keracunan arsenik dilaporkan dan diperdebatkan pada pertemuan tahunan kesembilan American Society of Dental Surgeons di Saratoga, New York. Diakhir tahun 1990-an, penggunaan arsenik sudah mulai dikurangi dan ditinggalkan di dunia kedokteran gigi, akan tetapi masih banyak dokter gigi yang beranggapan bahwa arsenik adalah bahan yang dinilai berkhasiat dalam mengurangi sakit pada gigi yang mengalami lubang besar (Aldrich, 2024).

Arsenik adalah unsur yang terjadi secara alami dan tersebar luas di muka bumi. Arsenik di klasifikasikan menjadi tiga kelompok utama yaitu anorganik, organik, dan gas arsin. Salah satu senyawa arsenik yang paling beracun adalah arsenik trioksida (As_2O_3), yang merupakan padatan berwarna putih atau transparan yang tidak berasa dan tidak berbau dengan tingkat mudah terbakar yang rendah. Senyawa arsenik trioksida (As_2O_3) inilah yang digunakan di dunia kedokteran gigi untuk mengurangi rasa sakit (Registry, 2007).

Arsenik dapat di absorpsi oleh tubuh melalui tiga mekanisme yaitu, inhalasi (saluran pernapasan), tertelan (gastrointestinal), dan terpercik (dermal). Arsenik didistribusikan secara luas oleh darah ke seluruh tubuh dan dimetilasi di hati. Apabila kapasitas metilasi hati melebihi batas normal, paparan arsenik anorganik pada tingkat berlebih mengakibatkan peningkatan retensi arsenik dalam jaringan lunak. Arsenik dikeluarkan melalui urin terutama melalui ginjal (Registry, 2023).

Beberapa kerusakan sel, jaringan, dan organ dalam tubuh akibat dari paparan arsenik dibagi oleh beberapa fase. Fase akut dimana arsenik mampu mengganggu kinerja bahkan merusak sistem organ gastrointestinal, kardiovaskular, ginjal, dan paru-paru. Di fase subakut, arsenik dapat menyebabkan gangguan neurologis dan hematologi (darah). Di fase yang sudah menjadi kronis, keracunan arsenik dapat memicu terjadinya kanker, gangguan pada liver, kulit, bahkan kematian (Kuivenhoven & Mason, 2023).

Beberapa standar dan regulasi untuk pencegahan serta pengendalian terhadap toksikan arsenik telah banyak dikemukakan. Hal ini mengingat arsenik masih banyak digunakan dalam berbagai sektor industri. Dalam industri kedokteran gigi, sudah terdapat berbagai larangan untuk penggunaan bahan toksikan arsenik. Namun pada kenyataannya, seringkali dokter gigi masih menggunakan arsenik sebagai bahan devitalisasi untuk melumpuhkan saraf gigi pada kasus gigi berlubang. Hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana pengendalian arsenik di dunia kedokteran gigi.

Penjelasan terkait hirarki pengendalian terhadap toksikan arsenik di industri kedokteran gigi belum banyak dijelaskan. Dalam hirarki pengendalian, diperkenalkan 5 tindakan untuk melakukan pengendalian bahan yang dinilai toksik⁸. Eliminasi merupakan cara yang paling efektif dalam mengurangi toksikan, akan tetapi akan sulit untuk secara langsung menghilangkan arsenik dalam industri kedokteran gigi. Hal ini dikarenakan sulitnya akses bahan-bahan kedokteran gigi ke seluruh penjuru dunia dan perbedaan biaya yang signifikan dengan bahan lainnya. Substitusi menjadi sangat efektif untuk mengendalikan toksikan arsenik. Bahan paraformaldehid merupakan bahan yang dibandingkan dengan pasta arsenik trioksida (As_2O_3) dalam kasus sakit gigi yang hebat.

Rekayasa pengendalian terhadap toksikan arsenik di industri kedokteran gigi dapat dimulai dari produsen. Sediaan pasta arsenik trioksida (As_2O_3) beserta wadahnya, harus dibuat ergonomis agar memudahkan dokter gigi dalam memanipulasi dan meletakkan bahan tepat pada sumber sakit. Bahan tambalan sementara sebagai bahan penutup agar pasta arsenik trioksida (As_2O_3) juga harus memiliki kriteria sebagai bahan yang kedap dan tidak mudah lepas. Hal ini bertujuan untuk mencegah arsenik tertelan oleh pasien. Standar operasional prosedur pada institusi kesehatan yang masing menggunakan arsenik trioksida (As_2O_3) pada perawatan gigi dan mulut juga harus dibuat serta dijalankan. Hal ini akan membantu para dokter gigi untuk menggunakan bahan tersebut dengan baik, benar, dan bijak. Menurut U.S. Centers for Disease Control and Prevention, alat pelindung diri yang sesuai dengan dokter gigi sebagai pekerja adalah gaun, pelindung mata, masker wajah, respirator N95 dan sarung tangan. Hal ini mengingat toksikan yang digunakan dapat terabsorpsi melalui dermal dan inhalasi (Prevention, n.d.).

KESIMPULAN

Penggunaan bahan arsenik trioksida (As_2O_3) di industri kedokteran gigi masih diperdebatkan. Dibalik manfaatnya sebagai bahan untuk mengurangi sakit dengan mekanisme melumpuhkan saraf gigi, arsenik trioksida masih dinilai toksikan yang dapat mengancam nyawa. Beberapa strategi melalui 5 tindakan pengendalian menurut The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) dapat dilakukan dan diterapkan guna mengurangi paparan arsenik. Eliminasi dan substitusi menjadi kunci yang paling utama dalam pengendalian, karena institusi dan asosiasi dokter gigi di seluruh dunia telah melakukan

DAFTAR PUSTAKA

- 2021